

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000258449
PUBLICATION DATE : 22-09-00

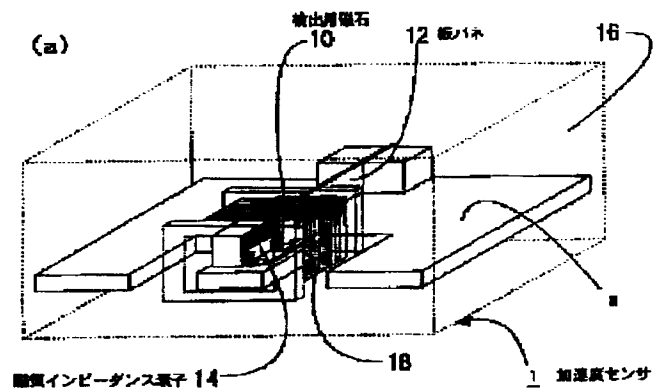
APPLICATION DATE : 05-03-99
APPLICATION NUMBER : 11058998

APPLICANT : CANON ELECTRONICS INC;

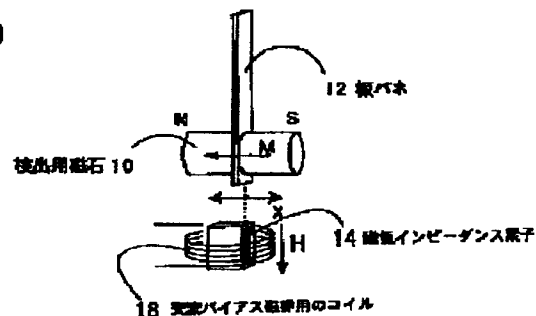
INVENTOR : KAWASE MASAHIRO;

INT.CL. : G01P 15/08 G01P 21/00

TITLE : MAGNETIC ACCELERATION SENSOR
AND ACCELERATION DETECTING
DEVICE



(b)



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a magnetic acceleration sensor having high sensitivity and an excellent temperature characteristic, and capable of miniaturization and weight reduction.

SOLUTION: A magnet 10 for detection is supported by a plate spring 12 so as to be able to be displaced in the reverse direction to one direction along the magnetized direction M, and displaced in the reverse direction to one direction corresponding to an acceleration. A magnetic impedance element 14 comprising a thin film of ferromagnetic material for detecting a magnetic field change caused by the displacement of the magnet 10 is installed near the side part of the magnet 10. The element 14 is arranged so that a magnetic field detection direction becomes vertical to the magnetized direction M of the magnet 10, on a position of a face including the middle point of a line segment connecting the N-pole to the S-pole when the displacement of the magnet 10 is zero, and roughly perpendicular to the magnetized direction M of the magnet 10, near the side part of the magnet 10. And, a coil 18 for applying an alternating-current bias magnetic field on the element 14 is installed.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-258449
(P2000-258449A)

(43)公開日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード*(参考)

G 0 1 P 15/08

G 0 1 P 15/08

C

21/00

21/00

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平11-58998

(22)出願日 平成11年3月5日(1999.3.5)

(71)出願人 000104652

キヤノン電子株式会社

埼玉県秩父市大字下影森1248番地

(72)発明者 鈴木 成己

埼玉県秩父市大字下影森1248番地 キヤノン電子株式会社内

(72)発明者 川瀬 正博

埼玉県秩父市大字下影森1248番地 キヤノン電子株式会社内

(74)代理人 100075292

弁理士 加藤 卓

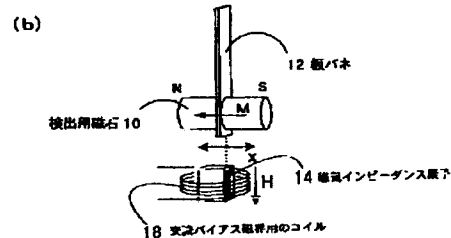
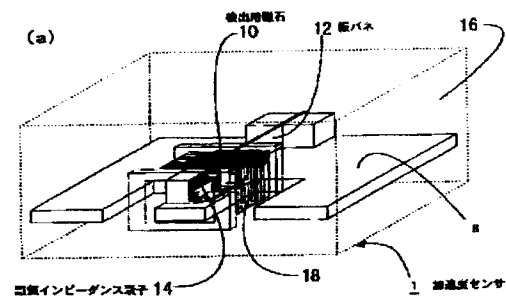
(54)【発明の名称】 磁気式加速度センサ及び加速度検知装置

(57)【要約】

【課題】 高感度で温度特性に優れ、小型・軽量化が可能な磁気式加速度センサを提供する。

【解決手段】 検出用磁石10は、板バネ12により、その磁化方向Mに沿った一方向と逆方向に変位可能に支持され、加速度に応じて前記一方向と逆方向に変位する。磁石10の変位による磁界変化を検出する強磁性体の薄膜からなる磁気インピーダンス素子14が磁石10の側部近傍に設けられる。素子14は、磁石10の側部近傍において、磁石10の変位がゼロであるときのN極とS極を結ぶ線分の中点を含み、且つ磁石10の磁化方向Mに対し概ね垂直な面の位置で、磁界検出方向が磁石10の磁化方向Mに対して垂直になるように配置されている。また、素子14に対して交流バイアス磁界を印加するためのコイル18が設けられている。

(図1)



【特許請求の範囲】

【請求項１】 加速度に応じて変位する検出用磁石と、該磁石の変位による磁界変化を検出する磁界検出素子を有する磁気式加速度センサにおいて、前記検出用磁石は、該磁石の磁化方向に沿った一方向と逆方向に変位可能に支持され、前記磁界検出素子は、前記検出用磁石の側部近傍において磁界検出方向が該磁石の磁化方向に対して垂直になるように配置されたことを特徴とする磁気式加速度センサ。

【請求項２】 前記磁界検出素子は、前記検出用磁石の側部近傍において、該磁石の変位がゼロであるときのN極とS極を結ぶ線分の中点を含み、且つ該磁石の磁化方向に対し概ね垂直な面の位置に配置されたことを特徴とする請求項１に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項３】 前記検出用磁石の近傍に複数の力定数設定用磁石を配置し、該磁石の磁界による吸引または反発によって前記検出用磁石の変位に関する力定数を設定可能としたことを特徴とする請求項１または２に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項４】 前記複数の力定数設定用磁石は、該磁石による磁界が前記磁界検出素子の磁界検出方向に成分を持たないように配置されたことを特徴とする請求項３に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項５】 前記検出用磁石と前記複数の力定数設定用磁石の各磁極が同一直線上にあることを特徴とする請求項３または４に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項６】 前記力定数設定用磁石の位置を機械的に調整可能としたことを特徴とする請求項３から５までのいずれか１項に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項７】 前記検出用磁石は、弾性部材により該磁石の磁化方向に沿った一方向と逆方向に弾性的に変位可能に支持されたことを特徴とする請求項１から６までのいずれか１項に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項８】 前記検出用磁石は、支持用の筒内に配置され、該筒の軸方向に沿って一方向と逆方向に変位可能に支持されており、該磁石の磁化方向は前記筒の軸方向に沿っていることを特徴とする請求項１から６までのいずれか１項に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項９】 前記筒に複数の通気口を設け、該筒内を前記検出用磁石が変位する際の空気抵抗を低減させたことを特徴とする請求項８に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１０】 前記複数の通気口に連通するバイパスを前記筒に付設したことを特徴とする請求項９に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１１】 前記磁界検出素子に対してバイアス磁界を印加するためのバイアス用コイルを設けたことを特徴とする請求項１から１０までのいずれか１項に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１２】 前記検出用磁石の近傍に、該磁石に磁

力を作用させるためのコイルを設けたことを特徴とする請求項１から１１までのいずれか１項に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１３】 前記コイルは、前記検出用磁石を磁力で変位させて加速度センサの自己診断を行なうための自己診断用コイルとして構成されたことを特徴とする請求項１２に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１４】 前記コイルにより前記検出用磁石に磁力を作用させて該磁石の変位に関する力定数を調整し得るようにしたことを特徴とする請求項１２または１３に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１５】 前記磁界検出素子として、磁界検出方向を同一とした２つの磁界検出素子を前記磁界検出方向に沿って並設し、該２つの磁界検出素子を差動動作させて前記検出用磁石からの磁界を検出することを特徴とする請求項１から１４までのいずれか１項に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１６】 前記磁界検出素子として磁気インピーダンス素子を用いたことを特徴とする請求項１から１４までのいずれか１項に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１７】 前記２つの磁界検出素子として、同一の非磁性基板上に、それぞれ強磁性体の薄膜からなる２つの磁気インピーダンス素子が設けられたことを特徴とする請求項１５に記載の磁気式加速度センサ。

【請求項１８】 請求項１１に記載の磁気式加速度センサであって、前記磁界検出素子として磁気インピーダンス素子を用いた磁気式加速度センサと、該センサの前記バイアス用コイルに交流バイアス電流を印加するバイアス印加回路と、前記磁気インピーダンス素子に高周波電流を印加する高周波発振回路と、前記磁気インピーダンス素子の両端から取り出された信号を検波する検波回路と、該検波回路の出力信号のプラスとマイナスのピークをそれぞれホールドする２つのピークホールド回路と、該２つのピークホールド回路の出力信号を差動増幅する差動増幅回路を有し、該差動増幅回路の出力信号を加速度検知信号として出力することを特徴とする加速度検知装置。

【請求項１９】 請求項１から１０までのいずれか１項に記載の磁気式加速度センサであって、前記磁界検出素子として磁界検出方向を同一とした２つの磁気インピーダンス素子を前記磁界検出方向に沿って並設した磁気式加速度センサと、前記２つの磁気インピーダンス素子に高周波電流を印加する高周波発振回路と、前記２つの磁気インピーダンス素子のそれぞれの両端から取り出された信号を検波する２つの検波回路と、該２つの検波回路の出力信号を差動増幅する差動増幅回路を有し、

該差動増幅回路の出力信号を加速度検知信号として出力することを特徴とする加速度検知装置。

【請求項20】 前記検出用磁石の近傍に設けられ、該磁石に磁力を加えるためのコイルと、該コイルを駆動するコイル駆動回路とを有し、該コイル駆動回路の出力信号により前記検出用磁石の位置及び前記検出用磁石の変位に関する力定数を制御することを特徴とする請求項18または19に記載の加速度検知装置。

【請求項21】 前記コイル駆動回路を介して所定の参照信号により前記コイルを駆動させて、前記検出用磁石を変位させた際の前記差動増幅回路の出力信号と前記参照信号の比較により磁気式加速度センサの動作が正常か否かを示す自己診断信号を生成する自己診断回路を有することを特徴とする請求項20に記載の加速度検知装置。

【請求項22】 前記差動増幅回路の出力信号を前記コイル駆動回路に負帰還するための負帰還回路を有し、該負帰還回路の出力信号によつて該コイル駆動回路が前記検出用磁石を加速度ゼロでの基準位置方向に復帰させて前記差動増幅回路の出力を小さくするようにコイル駆動信号を前記コイルに出力することを特徴とする請求項20または21に記載の加速度検知装置。

【請求項23】 外部からの命令により前記検出用磁石の変位に関する力定数を調整するための力定数調整信号を生成する力定数調整信号生成回路を有し、該力定数調整信号により前記コイル駆動回路がコイル駆動信号を前記コイルに出力し、電気信号により前記検出用磁石の変位に関する力定数を調整して加速度の測定レンジを調整することを特徴とする請求項20または21に記載の加速度検知装置。

【請求項24】 前記差動増幅回路の出力信号によって前記検出用磁石の変位に関する力定数の適正值を判定する力定数判定回路を有し、該力定数判定回路の出力信号により前記コイル駆動回路がコイル駆動信号を前記コイルに出力し、電気信号により前記検出用磁石の変位に関する力定数を調整して加速度の測定レンジを調整し、前記力定数判定回路の出力信号を力定数の識別信号として出力することを特徴とする請求項20または21に記載の加速度検知装置。

【請求項25】 前記差動増幅回路の出力信号に応じてパルス幅を調整したパルス信号を生成するパルス生成回路を有し、前記パルス信号により前記コイル駆動回路を介して前記検出用磁石を振動させ、前記パルス信号のパルス幅を前記検出用磁石の振動中心が加速度ゼロでの基準位置に保持されるよう調整し、前記パルス信号のパルス幅により加速度を検知することを特徴とする請求項20または21に記載の加速度検知装置。

【請求項26】 前記パルス信号により前記コイル駆動

回路を介して前記検出用磁石を振動させた際の前記差動増幅回路の出力信号から前記パルス信号による振動成分を取り出すフィルター回路と、前記振動成分と前記パルス信号の振幅を比較し磁気式加速度センサの動作が正常か否かを示す自己診断信号を生成する自己診断回路を有することを特徴とする請求項25に記載の加速度検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばロボットや自動車の制御、振動の計測等で加速度の検知のために用いられる加速度センサ、特に、磁気を利用した磁気式加速度センサ、及びこのセンサを用いて加速度の検知を行なう加速度検知装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気式加速度センサは、加速度によって磁石または磁性体を変位させ、その変位による磁界変化を磁界検出素子等で検出するものであるが、構成が簡単で、DCからの広い周波数域の加速度を検出可能であることから、安価で高性能な加速度センサが実現できると期待されている。

【0003】従来の磁気式加速度センサには、バネに錘と磁石を取り付け、磁石を弾性的に可動に支持した基本的なものから、磁石や磁性体を滑走可能に支持したもの、球状の錘の転がりを利用して磁石を変位させるもの、磁性流体を利用したものなど、種々の方式が考案されており、磁界検出素子には、ホール素子や磁気抵抗素子、磁気インピーダンス素子などが用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ホール素子や磁気抵抗素子を用いた従来の磁気式加速度センサでは、これらの素子の磁界に対する感度が低く、磁石の微小変位を検出することができない。このため加速度に対して十分な感度が得られていない。磁気抵抗素子よりも数桁高い感度を有する磁気インピーダンス素子では、磁石の微小変位を検出することが可能であり、高感度な加速度センサの実現が期待される。

【0005】しかし、磁界検出素子の種類によらず、従来の磁気式加速度センサでは、磁石の動きを敏感に検出する目的で、図13(a)あるいは(b)のように、磁界検出素子44は、例えば板バネ42により支持された磁石40の移動(図中左右方向)に対して対向する位置、即ち、磁石40が加速度によって移動したときに、磁石40と磁界検出素子44の距離の変化が最も大きい位置に配置されている。なお図中の矢印Mは磁石40の磁化の向きである。

【0006】この配置では、磁石40が変位していない状態でも、磁界検出素子44に磁界が加わり、その磁界の大きさを基準に、磁石40の変位による磁界変化が現れることになる。しかし、この基準となる磁界は、残留

磁化の温度依存性により、温度とともに変化してしまう。これは出力のゼロ点のオフセットとして現れるため、特にDC～低周波数の加速度検出では、出力の大きな誤差要因となり、サーミスタなどによる補正が不可欠である。

【0007】また、従来の磁界検出素子の配置で磁気インピーダンス素子を用いる場合、磁気インピーダンス素子の動作範囲が高々数エルステッドであるため、素子と磁石を近接させるには、ごく弱い磁石しか使用できず、小型化と高感度化を両立することが難しい。

【0008】また、近年、加速度センサには、車載用に多く用いられることもあって、センサ自体で動作確認を行う自己診断機能が要求されているが、磁気式の加速度センサでは実現されていない。磁気式の加速度センサでは、加速度によって磁石が変位するので、コイル等の磁界で磁石を変位させることによって加速度が加わったときと同じ状態を作り出すことができ、自己診断機能を実現することが可能である。しかし、従来のように磁石の磁極付近に磁界検出素子を設置している場合、上記コイルから磁界検出素子に加わる磁界が大きく、自己診断機能としては信頼性が低い。また、磁石の磁化の方向と変位方向が直交している図13(b)のような配置では、コイルで磁石を変位させること自体が困難である。さらに、これらの問題が解決されても、上記板バネなどの力に逆らって磁石を変位させるには、コイルで大きな磁界を発生させる必要があり、消費電力の面でも対策が必要である。

【0009】本発明は以上のような事情に鑑みてなされたもので、その課題は、高感度で温度特性が良く、また小型・軽量化が可能であり、さらに自己診断を可能とする高性能な磁気式加速度センサ、及びこれを用いて加速度の検知を高精度に行なえ、磁気式加速度センサの自己診断動作も行なえる加速度検知装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明によれば、加速度に応じて変位する検出用磁石と、該磁石の変位による磁界変化を検出する磁界検出素子を有する磁気式加速度センサにおいて、前記検出用磁石は、該磁石の磁化方向に沿った一方向と逆方向に変位可能に支持され、前記磁界検出素子は、前記検出用磁石の側部近傍において磁界検出方向が該磁石の磁化方向に対して垂直になるように配置された構成を採用した。

【0011】前記磁界検出素子の配置に関して、特に、前記検出用磁石の側部近傍において、該磁石の変位がゼロであるときのN極とS極を結ぶ線分の中点を含み、且つ該磁石の磁化方向に対し概ね垂直な面の位置に配置するのが好ましい。

【0012】また、前記検出用磁石の近傍に複数の力定数設定用磁石を配置し、該磁石の磁界による吸引または

反発によって前記検出用磁石の変位に関する力定数を設定可能とした。この場合、前記複数の力定数設定用磁石は、該磁石による磁界が前記磁界検出素子の磁界検出方向に成分を持たないように配置するのが好ましい。また、前記検出用磁石と前記複数の力定数設定用磁石の各磁極が同一直線上にあるのが好ましい。また、前記力定数設定用磁石の位置を機械的に調整可能としてもよい。

【0013】また、前記検出用磁石は、弾性部材により該磁石の磁化方向に沿った一方向と逆方向に弾性的に変位可能に支持される。あるいは、支持用の筒内に配置され、該筒の軸方向に沿って一方向と逆方向に変位可能に支持されており、該磁石の磁化方向は前記筒の軸方向に沿っているものとする。この場合、前記筒に複数の通気口を設け、該筒内を前記検出用磁石が変位する際の空気抵抗を低減させるのが好ましい。さらに、前記複数の通気口に連通するバイパスを前記筒に付設するのが好ましい。

【0014】また、前記磁界検出素子に対してバイアス磁界を印加するためのバイアス用コイルを設けた構成を採用した。

【0015】また、前記検出用磁石の近傍に、該磁石に磁力を作用させるためのコイルを設けた構成を採用した。このコイルは、例えば、検出用磁石を磁力で変位させて加速度センサの自己診断を行なうための自己診断用コイルとして、あるいは、検出用磁石に磁力を作用させて該磁石の変位に関する力定数を調整し得るようするために用いられる。

【0016】また、前記磁界検出素子として、磁界検出方向を同一とした2つの磁界検出素子を前記磁界検出方向に沿って並設し、該2つの磁界検出素子を差動動作させて前記検出用磁石からの磁界を検知するようにしてもよい。

【0017】また、前記磁界検出素子として、例えば、磁気インピーダンス素子を用いる。

【0018】また、本発明によれば、加速度検知装置の第1の構成として、上記の本発明に係る磁気式加速度センサであって、前記バイアス用コイルを設け、磁界検出素子として磁気インピーダンス素子を用いた磁気式加速度センサと、該センサの前記バイアス用コイルに交流バイアス電流を印加するバイアス印加回路と、前記磁気インピーダンス素子に高周波電流を印加する高周波発振回路と、前記磁気インピーダンス素子の両端から取り出された信号を検波する検波回路と、該検波回路の出力信号のプラスとマイナスのピークをそれぞれホールドする2つのピークホールド回路と、該2つのピークホールド回路の出力信号を差動増幅する差動増幅回路を有し、該差動増幅回路の出力信号を加速度検知信号として出力する構成を採用した。

【0019】また、加速度検知装置の第2の構成として、上記の本発明に係る磁気式加速度センサであって、

磁界検出素子として磁界検出方向を同一とした2つの磁気インピーダンス素子を前記磁界検出方向に沿って並設した磁気式加速度センサと、前記2つの磁気インピーダンス素子に高周波電流を印加する高周波発振回路と、前記2つの磁気インピーダンス素子のそれぞれの両端から取り出された信号を検波する2つの検波回路と、該2つの検波回路の出力信号を差動増幅する差動増幅回路を有し、該差動増幅回路の出力信号を加速度検知信号として出力する構成を採用した。

【0020】また、上記第1と第2の構成において、さらに、前記検出用磁石の近傍に設けられ、該磁石に磁力を加えるためのコイルと、該コイルを駆動するコイル駆動回路とを有し、該コイル駆動回路の出力信号により前記検出用磁石の位置及び前記検出用磁石の変位に関する力定数を制御する構成を採用した。

【0021】さらに、この構成において、前記コイル駆動回路を介して所定の参照信号により前記コイルを駆動させて、前記検出用磁石を変位させた際の前記差動増幅回路の出力信号と前記参照信号の比較により磁気式加速度センサの動作が正常か否かを示す自己診断信号を生成する自己診断回路を有する構成を採用した。

【0022】さらに、これらの構成において、前記差動増幅回路の出力信号を前記コイル駆動回路に負帰還するための負帰還回路を有し、該負帰還回路の出力信号によって該コイル駆動回路が前記検出用磁石を加速度ゼロでの基準位置方向に復帰させて前記差動増幅回路の出力を小さくするようにコイル駆動信号を前記コイルに出力する構成、あるいは、外部からの命令により前記検出用磁石の変位に関する力定数を調整するための力定数調整信号を生成する力定数調整信号生成回路を有し、該力定数調整信号により前記コイル駆動回路がコイル駆動信号を前記コイルに出力し、電気信号により前記検出用磁石の変位に関する力定数を調整して加速度の測定レンジを調整する構成、あるいは、前記差動増幅回路の出力信号によって前記検出用磁石の変位に関する力定数の適正値を判定する力定数判定回路を有し、該力定数判定回路の出力信号により前記コイル駆動回路がコイル駆動信号を前記コイルに出力し、電気信号により前記検出用磁石の変位に関する力定数を調整して加速度の測定レンジを調整し、前記力定数判定回路の出力信号を力定数の識別信号として出力する構成、あるいは、前記差動増幅回路の出力信号に応じてパルス幅を調整したパルス信号を生成するパルス生成回路を有し、前記パルス信号により前記コイル駆動回路を介して前記検出用磁石を振動させ、前記パルス信号のパルス幅を前記検出用磁石の振動中心が加速度ゼロでの基準位置に保持されるよう調整し、前記パルス信号のパルス幅により加速度を検知する構成を採用した。

【0023】また、上記の最後の構成において、さらに、前記パルス信号により前記コイル駆動回路を介して

前記検出用磁石を振動させた際の前記差動増幅回路の出力信号から前記パルス信号による振動成分を取り出すフィルター回路と、前記振動成分と前記パルス信号の振幅を比較し磁気式加速度センサの動作が正常か否かを示す自己診断信号を生成する自己診断回路を有する構成を採用した。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して本発明の実施形態を説明する。ここでは第1～第6の実施形態として磁気式加速度センサの実施形態を図1～12により説明し、第7～第11の実施形態として磁気式加速度センサを用いた加速度検知装置の実施形態を図14～19により説明する。なお、各実施形態を示す各図において、共通部分には共通の符号を付してある。

【0025】〈第1の実施形態〉本発明の第1の実施形態による磁気式加速度センサの構成を図1に示す。図1(a)に全体を示す加速度センサ1は、加速度を測定される例えば自動車の車体等の被測定物体に固定される。加速度センサ1において磁気シールド部材16により外部から磁気シールドされた回路基板8上には、加速度検出用磁石10が長方形の板バネ12の一端に取り付けられ、磁石10にかかる加速度、すなわち被測定物体の加速度の図中左右方向の成分に応じて図中左右方向に変位するように弾性的に変位可能に支持されている。検出用磁石10は、円柱形の棒状に形成され、両端にN、Sの磁極を有しており、その図1(b)中矢印Mで示す磁化方向(S極からN極へ向かう方向)は、上記加速度により磁石10が変位する図中左右方向と平行になっている。

【0026】また、基板8上において、検出用磁石10の板バネ12が延びる側と反対側の側部近傍には、磁石10の変位による磁界変化を検出する磁界検出素子として、外部磁界に応じてインピーダンスが変化する磁気インピーダンス素子14が設けられている。磁気インピーダンス素子14は、非磁性基板上に、強磁性体の薄膜をつづら折りの線状パターンに形成したものと構成されている。この素子14の薄膜面は、検出用磁石10の矢印Mの磁化方向に垂直、且つ加速度がゼロのときの磁石10のN極とS極を結ぶ線分の中点(以下、NS極の中点という)を含む面に一致するように配置されている。また、磁気インピーダンス素子14の外部磁界に感度を有する磁界検出方向、すなわち同素子14の薄膜面内の方向であって上記つづら折りの線状パターンの長手方向は、検出用磁石10の磁化方向に対して垂直になっている。

【0027】このような配置によれば、加速度がゼロで検出用磁石10の変位がゼロのとき、素子14に印加される磁石10からの磁界において、素子14の図1(b)中矢印で示す磁界検出方向の磁界H(厳密にいうと磁界検出方向の磁界の成分)はゼロになる。また、加

速度が加わり、磁石10が変位すると、前記検出方向の磁界Hはゼロから変化する。そして、この配置での、検出用磁石10の加速度による変位 x に対する素子14の位置での前記検出方向の磁界Hの変化は、検出用磁石10の長さを1として図2のようになり、他の配置に比べて直線性が良い。この磁石10の変位 x による磁界Hの変化が素子14によりインピーダンス変化として検出される。

【0028】一方、磁気インピーダンス素子14には、コイル18が巻回されている。このコイル18は交流バイアス磁界印加用であり、磁気インピーダンス素子の外部磁界に対するインピーダンスの変化の特性における非直線性を改善するためのものである。すなわち、図3に示すように、交流のバイアス磁界を印加して動作点を特性曲線上に2点設定し、外部磁界Hの変化 ΔH に対して前記2点のインピーダンスの差がインピーダンス変化 ΔZ として生じるようにし、この差から外部磁界の変化 ΔH に対応する出力を得られるようにする（その出力を得るための加速度検知装置の構成の詳細は後述の第7の実施形態で説明する）。この出力は、磁界に対して図4のような変化を示し、磁界に対する直線性は格段に向上する。

【0029】また図3において、V字形の磁気インピーダンス特性曲線の底、即ち、外部磁界Hがゼロのときのインピーダンス Z の値はゼロではなく、その値は温度と共に大きく変化する。このため、動作点を正磁界側または負磁界側の1点に設定する方法では、出力にオフセットが生じてしまう。DCの磁界を検出する場合、即ち、DCの加速度を検出する場合には正確な検出ができなくなる。これに対して交流バイアス磁界を用いた検出方法では、特性曲線上の2点を比較するため、このようなオフセットは生じない。

【0030】以上のような本実施形態によれば、磁気インピーダンス素子14と検出用磁石10の配置により、加速度がゼロで検出用磁石10の変位がゼロのときに、磁石10による磁界で磁気インピーダンス素子14の位置での同素子14の磁界検出方向の磁界は周囲の温度に拘わらず常にゼロであり、加速度が加わったときにのみ磁石10の変位に応じて磁界検出方向の磁界が加わる。すなわち、従来のように検出用磁石の変位がゼロのときの基準となる磁界が温度により変化することがなく、この変化による出力のオフセットがなく、この点に関して温度補償の必要はない。また、磁気インピーダンス素子14自体の温度による特性の変化は、上記のように交流バイアス磁界の印加により補償できる。したがって、温度特性の良いセンサを提供することができる。

【0031】また、本実施形態における磁気インピーダンス素子14と検出用磁石10の配置によれば、従来例の図13のような配置に比べて、磁石10の変位がゼロのとき、磁石10から磁気インピーダンス素子14に印

加される磁界（素子14の磁界検出方向の磁界）はほぼゼロであり、磁石10の変位に応じた磁界のみが素子14に加わる。したがって、この配置は、動作磁界範囲の狭い磁気インピーダンス素子を用いるのに適しており、高感度の磁気インピーダンス素子14を磁石に近接して配置し、センサの小型化と高感度化を両立させることが可能である。

【0032】なお、以上の実施形態では、磁気インピーダンス素子14の位置は、磁石10の側部近傍であって、磁石10の磁化方向に垂直、且つ加速度がゼロのときのNS極の midpoint を含む面に一致する位置としたが、その位置から磁石10のS極側またはN極側に若干ずれた位置としてもよい。この場合、上記の磁石10の変位がゼロの場合の基準となる検出方向の磁界はゼロでなくなるが、センサの小型化及び高感度化の効果は得られる。また、素子14の磁界検出方向は磁石10の磁化方向に対して垂直としたが、厳密に垂直でなくて垂直な向きから若干傾いたものとしてもよい。

【0033】〈第2の実施形態〉次に、図5は、本発明の第2の実施形態による磁気式加速度センサの構成を示す。本実施形態では、磁気インピーダンス素子を2個用いて、外乱磁界の除去を行っている。2つの磁気インピーダンス素子14a、14bは、前述した第1の実施形態の素子14と同様に強磁性体薄膜からなるもので、同一の非磁性基板上に成膜され、それぞれの磁界検出方向を同一として、その磁界検出方向に沿って前後に並設されている。それぞれの検出用磁石10に対する配置は第1の実施形態と同様であり、それぞれの薄膜面が検出用磁石10の磁化方向に垂直且つNS極の midpoint を含む面に一致するように配置されている。また、それぞれの磁界検出方向は磁石14の磁化方向Mに対して垂直になっている。この2つの素子14a、14bを差動動作させて、磁石10の変位による磁界の変化を検出することにより、磁石10以外からの外乱磁界を除去することができる。

【0034】なお、薄膜のインピーダンス素子を複数使用する場合、素子毎の特性差が問題になることがあるが、同一基板上に並べて成膜した2つの素子では、感度や温度特性等に殆ど差がない。これにより非常に高精度の安定した検出が可能である。また、素子の組み付けも容易である。

【0035】また、コイル18は、2つの素子14a、14bにバイアス磁界を印加するためのものである。本実施形態の配置では、磁石10からの磁界として、加速度による磁石10の変位に応じた磁界のみが素子14a、14bに加わり、加速度がゼロで磁石10の変位がゼロのとき2つの素子14a、14bに加わる磁界も共にゼロである。このため、2つの素子それぞれに異なったバイアス磁界を印加して動作点を調整する必要が無い。

【0036】ここで、コイル18から印加するバイアス磁界は、第1の実施形態で述べた交流バイアス磁界だけでなく、直流のバイアス磁界でも良い。直流バイアス磁界を用いた場合、交流バイアス磁界の場合に比べて直線性は劣化する。しかし、同一基板上に並べて成膜した2つの素子14a、14bでは特性差が殆ど無いため、温度特性や感度の劣化は少ない。測定に要求される直線性の精度により使い分けることが可能である。

【0037】〈第3の実施形態〉次に、図6に第3の実施形態における磁気式加速度センサの構成を示す。本実施形態では、検出用磁石10と磁気インピーダンス素子14a、14bの配置は図5の第2の実施形態と同様であるが、異なる点として、検出用磁石10の変位方向の図中左右両側に力定数設定用磁石20a、20bを配置した。この設定用磁石20aと20bは、検出用磁石10に磁気力を加え、磁石10の変位に関する力定数（以下、単に磁石10の力定数という）を設定するためのものである。検出用磁石10と設定用磁石20a、20bはそれぞれの磁極が同一直線上にあるように配置される。そして、設定用磁石20a、20bは検出用磁石10と互いに引力を及ぼし合うように磁化方向を同じにして配置され、板バネ12による力定数を小さくするように働く。力定数は、設定用磁石20a、20bの位置を変えることによって調整が可能である。

【0038】加速度がゼロで、検出用磁石10が基準位置にあるとき、検出用磁石10と設定用磁石20a、20bとの間隔をdとすると、dを変化させた場合の加速度に対する応答は図7のようになる。力定数を小さく設定することにより、従来のように錘を板バネ12に取り付けることなく、加速度による磁石10の変位を大きくし、微小な加速度を検出することが可能である。すなわち、高感度化が可能である。

【0039】図6において、2つの設定用磁石20a、20bは、検出用磁石10の磁化方向に垂直で、変位がゼロのときの磁石10のNS極の midpoint を含む面に対して互いに対称な位置に配置され、固定されている。このため、設定用磁石20aと20bの磁界は、磁気インピーダンス素子14a及び14bの磁界検出方向に成分を持たない。このため、設定用磁石を配置したことによる動作点の調整の必要や、温度特性の劣化などは無い。

【0040】また、図6において、検出用磁石10と設定用磁石20a、20bは必ずしも一直線上に在る必要はなく、また、それらの磁化方向も同一である必要はない。すなわち、磁石10、20a、20bの各磁極が同一直線上にある必要はない。要は、検出用磁石10に引力を及ぼし、且つ磁気インピーダンス素子14a、14bの磁界検出方向に磁界成分を持たないように、設定用磁石20a、20bが配置されていれば良い。

【0041】また、設定用磁石20a、20bの位置をネジ等で機械的に調整できるようにすれば、外部から容

易に力定数の設定が可能になる。設定用磁石20a、20bの位置調整方法は、それぞれの磁化方向と平行に移動して検出用磁石10との間隔を変えるだけでなく、磁化方向と垂直な方向に移動して検出用磁石10との位置をずらす方法もある。

【0042】〈第4の実施形態〉次に、図8に第4の実施形態における磁気式加速度センサの構成を示す。検出用磁石10は支持用の筒24内に配置されており、加速度が加わったときには筒24の軸方向に沿った図中左右方向に滑走できるように、すなわち変位可能のように支持されている。検出用磁石10の磁化方向Mは筒24の軸方向に沿っている。

【0043】また、筒24内において検出用磁石10の両側に配置（固定）された設定用磁石20a、20bは、磁石10の力定数を設定するためのものである。検出用磁石10と設定用磁石20a、20bは、互いに斥力を及ぼし合うように磁化方向Mが逆になるように配置されている。この斥力により、検出用磁石10は、加速度がゼロのときには設定用磁石20a、20b間の中央に位置し、加速度が加わると力定数に応じて変位する。力定数は設定用磁石20aと20bの間隔によって調整することが可能である。

【0044】検出用磁石10と磁気インピーダンス素子14a、14bの位置関係は、上述の第2、第3の実施形態と同様であり、加速度が加わったときのみ、磁石10の変位に応じた磁界が素子14a、14bに加わるように配置されている。

【0045】なお、磁石10が滑走する筒24内の空間を密封した場合には、空気抵抗による制動が問題になるが、図9(a)のように、設定用磁石20aと20b付近に通気口24a、24bを設けることにより、抵抗を低減させることができる。

【0046】また、使用環境により、水蒸気の凍結の恐れがある場合は、図9(b)のように通気口24a、24bに連通するバイパス24cを筒24に付設し、バイパス24cを含む筒24内を乾燥または減圧するなどして密封する方法も可能である。

【0047】以上のような、本実施形態によれば、検出用磁石10の支持に板バネを用いず、検出用磁石10と設定用磁石20a、20b間の磁気力のみで力定数を設定することができ、微妙な調整が可能であるため、非常に簡単な構成で高感度化が可能である。

【0048】〈第5の実施形態〉次に、図10に第5の実施形態における磁気式加速度センサの構成を示す。検出用磁石10、磁気インピーダンス素子14a、14b及び設定用磁石20a、20bの位置関係、及び板バネ12による磁石10の支持は図6の第3の実施形態と同様である。検出用磁石10の両磁極の近傍に設置されたコイル22a、22bは、本実施形態のセンサに自己診断機能を持たせるためのものである。2つのコイル22

aと22bから、検出用磁石10に対して、互いに逆方向の磁界を印加すれば、磁力により、加速度が加わったときと同様に検出用磁石10を変位させることができる。即ち、コイル22a、22bに電気信号を加え、それに対する応答出力を観測することで、センサが正常に機能しているかどうかを確認することができる。なお、自己診断の詳細については、後述の第8の実施形態で説明する。

【0049】本実施形態では、感度を得る方法として、従来のように錘を使用して検出用磁石の質量を増やすのではなく、設定用磁石20a、20bの磁力によって検出用磁石10の力定数の方を小さくする方法を採用している。このため、検出用磁石10を変位させるのに大きな磁界は必要無い。コイル22a、22bに交流電流を加えて、連続的に検出用磁石10を振動させても、消費電流は僅かである。すなわち、省電力での自己診断機能の実現が可能である。

【0050】また、検出対象の加速度がDCまたはDCに近い低周波である場合、コイル22a、22bにより検出用磁石10を検出加速度に比べて高い周波数で振動させて、自己診断と加速度検知を並行して行なうことができる。すなわち、自己診断のためにコイル22a、22bに対し、図11の下段に示すような交流信号を加えて検出用磁石10を振動させた場合、センサの応答出力は図11の上段のように現れる。破線の波形は加速度ゼロのときの出力、実線の波形は加速度が加わったときの出力である。ここで、出力の振幅Aによりセンサの動作確認を行い、自己診断を行なうことができる。また応答信号の振幅中心の変化 ΔV を検出するか、または、所定のしきい値を設定して応答信号をパルス化し、パルス幅や位相差 $\Delta \theta$ を検出することによって、加速度の大きさを知ることができる。

【0051】さらに、その検出された加速度に応じて、コイル22a、22bに加える交流信号をオフセットする、または、上記交流信号として方形波を加えている場合にはデューティ比を変化させるなどの操作を行えば、常に検出用磁石10を変位ゼロ（加速度ゼロ）での基準位置を中心に振動させることができ、サーボ型のセンサを構成できる。

【0052】自己診断用コイル22a、22bには、センサの調整や測定レンジの設定を行う機能を持たせることも可能である。すなわち、2つのコイル22aと22bから、互いに逆方向の磁界を加えれば磁力により検出用磁石10を変位させることができ、同方向に磁界を加えれば、磁力により磁石10の力定数を変化させることができる。コイル22a、22bに加える電流を調整することで、検出用磁石10の中心位置や力定数の調整、測定レンジの設定を電氣的に行うことが可能である。

【0053】〈第6の実施形態〉次に、図12に第6の実施形態における磁気式加速度センサの構成を示す。本

実施形態では、検出用磁石10、磁気インピーダンス素子14a、14b及び設定用磁石20a、20bの位置関係、及び筒24による磁石10、20a、20bの支持は図8の第4の実施形態と同様である。検出用磁石10の両磁極の近傍に設置されたコイル22a、22bは、第5の実施形態と同様に、自己診断機能を持たせるためのものである。

【0054】検出用磁石を滑走させる方式では、特にDCに近い加速度に対して、摩擦による誤差が問題になる。これに対して、本実施形態の構成では、交流電流をコイル22a、22bに加えれば、センサの動作確認、自己診断ができると同時に、検出用磁石10が振動し、常に磁石10の位置がリセットされるため、摩擦による誤差を減少させる効果もある。

【0055】〈第7の実施形態〉次に、本発明の第7の実施形態として磁気式加速度センサを用いた加速度検知装置の実施形態を図14により説明する。図14に全体の回路構成を示す本実施形態の装置は、先述した第1の実施形態の図1の磁気式加速度センサ1を用いるものとする。ただし、それにおける検出用磁石10の支持構造は第3の実施形態における支持用の筒24を用いてもよい。

【0056】図14の構成において、検出用磁石10、磁気インピーダンス素子14、及び交流バイアス磁界印加用のコイル18は、それぞれ第1の実施形態の磁気式加速度センサ1のものである。コイル18には、これに交流バイアス用の矩形波の交流を印加するACバイアス印加回路26が接続されている。また、磁気インピーダンス素子14の両端には高周波発振回路28と、 ΔH 検出回路30が接続されている。 ΔH 検出回路30は、磁気インピーダンス素子14の両端から取り出される信号を処理し、加速度に応じた検出用磁石10の変位による磁界の変化 ΔH に対応した ΔH 検出信号を生成し、その信号を磁界検知信号として出力するものである。 ΔH 検出回路30は、検波回路32、プラスとマイナスのピークホールド回路34、36及び差動増幅回路38からなる。

【0057】なお、ACバイアス印加回路26、高周波発振回路28、及び ΔH 検出回路30は、図1の加速度センサ1の回路基板8上に設けてもよいし、別の回路基板上に設けてもよい。すなわち、回路26、28、30を含む加速度検知装置本体と加速度センサ1とを一体的に構成してもよいし、別体に構成してもよい。

【0058】次に、上記構成の動作について説明する。

【0059】加速度検知時には、高周波発振回路28から磁気インピーダンス素子14に対して高周波電流が印加されるとともに、ACバイアス印加回路26から矩形波の交流がバイアス用のコイル18に印加され、それにより発生する交流バイアス磁界が磁気インピーダンス素子14に印加される。この交流バイアス磁界により、図

3で前述したように、磁気インピーダンス素子14のV字形の磁気インピーダンス特性曲線の正磁界側と負磁界側の両側に2つの動作点が設定される。

【0060】加速度による検出用磁石10の変位に応じて磁石10から磁気インピーダンス素子14に印加される検出方向の磁界がゼロから変化し、それにより同素子14のインピーダンスが変化する。そして、同素子14の両端から前記磁界の変化に応じて振幅が変化する高周波の信号が取り出され、検波回路32により検波される。

【0061】磁気インピーダンス素子14に対する磁石10からの検出方向の磁界がゼロのとき（加速度ゼロで変位ゼロのとき）の検波回路32の出力は一定でピークは現れない。加速度によって磁石10が変位し、素子14に磁界が加わると、上記特性曲線上の2つの動作点が移動して、図14中に示すように、検波後出力にプラスとマイナスのピークが現れる。このプラスとマイナスのピーク電圧がプラスとマイナスのピークホールド回路34、36によりホールドされ、そのプラスとマイナスのピーク電圧の電圧差が差動増幅回路38により差動増幅され、出力される。この出力が ΔH 検出信号であり、加速度検知信号である。このようにして加速度に応じた出力を得ることができ、温度特性が良く高感度な第1の実施形態の加速度センサを用いて高精度に加速度を検知することができる。

【0062】ところで、上記の構成では、第1の実施形態のセンサを用いるものとし、磁気インピーダンス素子14は1つとした。これに対して第2～第4の実施形態のように磁気インピーダンス素子が14a、14bの2つ設けられる場合、これらは高周波発振回路28に並列に接続し、並列に高周波電流を印加する。また、 ΔH 検出回路30を2つ設け、それぞれを磁気インピーダンス素子14a、14bに一对一に接続する。そして、2つの ΔH 検出回路30の出力信号を差動増幅する差動増幅回路を設け、その出力信号を加速度検知信号とする。

【0063】なお、 ΔH 検出回路30を2つ設ける代わりに、検波回路32のみ2つ設けて素子14a、14bに接続し、それぞれの検波後出力を差動増幅する差動増幅回路を設け、その後段にピークホールド回路34、36と差動増幅回路38を設けるようにしてもよい。

【0064】また、第2の実施形態で述べたように、2つの磁気インピーダンス素子が同一基板上に並べて成膜したものである場合には、直流バイアス磁界を用いることも可能である。直流バイアス磁界を用いた場合の構成を図15に示す。

【0065】この構成では、DCバイアス印加回路27からコイル18に対して直流が印加されることにより、コイル18から2つの磁気インピーダンス素子14a、14bに対して直流バイアス磁界が印加される。加速度による検出用磁石10の変位に応じて磁石10から素子

14a、14bに印加される検出方向の磁界が変化し、それに応じて振幅が変化する高周波信号が素子14a、14bのそれぞれの両端から取り出される。その高周波信号のそれぞれが ΔH 検出回路30の検波回路32a、32bにより検波され、差動増幅回路38で差動増幅され、その出力信号が磁界検知信号として出力される。

【0066】このような構成によれば、交流バイアス磁界を用いる場合に比べて加速度検出に対する直線性は劣化するが、 ΔH 検出回路30にプラスとマイナスのピークホールド回路を設けずに済み、構成を単純化できる。

【0067】〈第8の実施形態〉次に、本発明の第8の実施形態における加速度検知装置について図16により説明する。図16に全体の回路構成を示す本実施形態の装置は、先述した第5または第6の実施形態（図10または図12）の磁気式加速度センサを用いて自己診断を行なうようにしたものである。ただし、ここでは説明を簡単にするために、センサの磁気インピーダンス素子は1つとする。

【0068】図16に示すように、本実施形態の加速度検知装置では、前述した図14の装置と同様の構成に加えて、センサの自己診断機能用のコイル22a、22bを駆動するコイル駆動回路46が設けられており、さらにコンパレータ等から構成された自己診断回路48が設けられている。

【0069】このような構成により、図14の装置と同様に加速度の検知を行なえる上に、センサの自己診断を行なうことができる。その動作を以下に説明する。

【0070】自己診断時には、先述した加速度の検知時と同様に磁気インピーダンス素子14に高周波電流が印加され、交流バイアス磁界が印加されると共に、外部から自己診断のための所定の参照信号がコイル駆動回路46に印加され、コイル22a、22bに印加される。これによりコイル22a、22bから磁界が発生し、検出用磁石10が磁力で変位する（参照信号が交流の場合、振動する）。この変位が前述の加速度検知時と同様に検出され、 ΔH 検出回路30から変位に対応した ΔH 検出信号が出力される。自己診断回路48は ΔH 検出信号とコイル22a、22bに印加された信号の大きさを比較し、その比較結果により、加速度センサの動作が正常か否かを示す自己診断信号を生成し出力する。

【0071】このようにして、本実施形態の装置では、第5または第6の実施形態の加速度センサを用いて加速度の検知とともにセンサの自己診断を行なうことができる。なお、上記の参照信号はコイル駆動回路46内で発生させるようにしてもよい。

【0072】〈第9の実施形態〉次に、本発明の第9の実施形態における加速度検知装置について図17により説明する。本実施形態の装置も先述した第5または第6の実施形態（図10または図12）の磁気式加速度センサを用いて加速度検知を行なうものである。ただし、こ

の場合も説明を簡単にするためにセンサの磁気インピーダンス素子は1つとする。

【0073】図17に示す本実施形態の加速度検知装置では、上述した第8の実施形態の装置と異なる点として、検出用磁石10の加速度による変位に応じた ΔH 検出回路30の出力を負帰還回路50を介してコイル駆動回路46に負帰還し、これに対してコイル駆動回路46は、検出用磁石10を加速度ゼロ（変位ゼロ）での基準位置方向に移動させて ΔH 検出回路30の出力をゼロに近づけるように、すなわちコイル22a、22bの磁界の磁力によって磁石10を加速度ゼロでの基準位置方向に復帰させ、基準位置付近に保持するようにコイル駆動信号をコイル22a、22bに出力する。

【0074】図2からわかるように、検出対象の加速度範囲が大きい場合、磁石10の変位 x が大きくなり過ぎると磁界 H との関係において直線性が悪くなり、加速度検知ができなくなる。これに対して本実施形態では、常に磁石10が基準位置付近に保持されるので、加速度の測定範囲を広くすることができる。

【0075】なお、図17では図示を省略したが、本実施形態でも自己診断を行なうために図16の実施形態と同様に自己診断回路48を設けることができる。そして自己診断を行なう場合は、図16の実施形態と同様に外部ないしコイル駆動回路46から参照信号をコイル22a、22bに印加し、自己診断回路48において、参照信号と ΔH 検出回路30の出力信号の大きさを比較し、自己診断を行なう。

【0076】なお、検知対象の加速度がDCまたはDCに近い低周波である場合は、加速度検知と自己診断を並行して行なうことができる。検出加速度に比べて高い周波数の参照信号を負帰還信号に重畳させてコイル22a、22bに印加し、 ΔH 検出回路30の出力からハイパスフィルタを介して上記参照信号に対応した高周波成分を取り出し、自己診断回路48に印加する。また、 ΔH 検出回路30の出力からローパスフィルタを介して加速度による変位に対応した成分を取り出してコイル駆動回路46に負帰還するようにする。

【0077】以上のようにして、本実施形態の装置では、第5または第6の実施形態の加速度センサを用いて広範囲の加速度の検知を行なえるとともに、センサの自己診断を行なうことができる。

【0078】〈第10の実施形態〉次に、本発明の第10の実施形態における加速度検知装置について図18により説明する。本実施形態の装置も先述した第5または第6の実施形態（図10または図12）の磁気式加速度センサを用いて加速度検知を行うものである。ただし、この場合も説明を簡単にするためにセンサの磁気インピーダンス素子は1つとする。

【0079】上述した第9の実施形態では、2つのコイル22a、22bからそれぞれ逆方向の磁界を検出用磁

石10に印加して磁石10を変位させた。これに対し、図18に示す本実施形態の加速度検知装置では、コイル駆動回路46が力定数調整信号に応じてコイル22a、22bを駆動し、コイル22a、22bから同方向の磁界を磁石10に印加し、その変位に関する力定数を調整し、これにより加速度の測定レンジを調整する。力定数調整信号は、外部からの命令により力定数調整信号を生成する力定数調整信号生成回路52から出力されるもの、または、 ΔH 検出回路30の出力の大きさの範囲に応じて自動的に適切な磁石10の力定数を判定する力定数判定回路54から出力されるものとしても良い。なお、力定数判定回路54の出力信号は、力定数の識別信号として別に出力される。

【0080】このような本実施形態によれば、出力の増幅度を信号処理によって変化させて測定レンジを変えるのではなく、センサ自体の力定数を変更してレンジを変えるため、検出加速度の大きさに関わらず常に直線性の良い範囲全体を有効に使用することができる。これにより、測定レンジによらずS/N比の良い測定が可能になる。

【0081】なお、本実施形態でも自己診断を行うために図16と同様に自己診断回路48を設けることができる。また、加速度検知と自己診断を並行して行うこともでき、これは自己診断用の参照信号と力定数調整信号を重ねさせてコイル22a、22bに印加することで行う。信号処理方法は第9の実施形態と同様である。

【0082】〈第11の実施形態〉次に、本発明の第11の実施形態における加速度検知装置について図19により説明する。本実施形態の装置も先述した第5または第6の実施形態（図10または図12）の磁気式加速度センサを用いて加速度検知を行うものである。ただし、この場合も説明を簡単にするためにセンサの磁気インピーダンス素子は1つとする。

【0083】図19に示す本実施形態の加速度検知装置では、パルス生成回路56から出力されるパルス信号に応じてコイル駆動回路46がコイル22a、22bを駆動し、検出用磁石10を振動させる。加速度がゼロで磁石10が基準位置を中心に振動しているとき、 ΔH 検出回路30の出力は基準電圧を中心にした交流信号であり、DCまたはコイル22a、22bの駆動周波数よりも充分低周波の加速度が加わると、加速度に応じた信号が重畳され、 ΔH 検出回路30の出力の交流信号の振幅中心が変位する。その出力からローパスフィルタ58により加速度による低周波成分を取り出してパルス生成回路56のデューティ比調整部56aに帰還し、これに応じてパルス生成回路56の出力信号のデューティ比を調整し、検出用磁石10の振動中心が常に加速度ゼロの基準位置に保持されるようにする。加速度の大きさに応じたデューティ比を持つパルス生成回路56からのパルス信号はローパスフィルタ60を通し、加速度

検知信号として出力する。

【0084】このような本実施形態によれば、検出用磁石10が基準位置に保持されるため、加速度に対する反応が常に一定で直線性が非常に良い。また、力定数を大きくしたり負帰還により出力を小さくするのとは異なり、感度は変化しないため、DCまたはDCに近い低周波の微小加速度の精密な検出が可能である。

【0085】なお、本実施形態でも自己診断を行うために図16と同様に自己診断回路48を設け、参照信号により動作確認を行うことができる。また、加速度検出と並行して行うこともでき、その場合はΔH検出回路30の出力のコイル22a、22bの駆動による周波数の高い成分を取り出し、その振幅の大きさを判定することにより自己診断ができる。

【0086】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、比較的安価に作製できる磁気式加速度センサであって、高感度で温度特性に優れ、また、検出用磁石の変位に関する力定数の設定が容易で、その設定のために錘を使用する必要が無く、小型・軽量化が可能であり、さらに自己診断を可能とした構成であり、安定性、信頼性に優れた高性能な磁気式加速度センサを提供することができる。また、この加速度センサを用いて加速度の検知を高精度に行なえ、加速度センサの自己診断動作も行なえ、さらには検出用磁石の変位に関する力定数の調整、加速度の測定レンジの調整をも行なえる高性能な加速度検知装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の第1の実施形態における加速度センサの全体構成を示す斜視図、(b)は同実施形態のセンサの要部の配置関係を示す斜視図である。

【図2】同センサにおける検出用磁石の変位と、磁気インピーダンス素子の位置における磁界の関係を示す線図である。

【図3】同センサにおける交流バイアス磁界を用いた磁界検出方法を説明する線図である。

【図4】同センサにおける交流バイアス磁界を用いた場合の外部磁界に対する出力を示す線図である。

【図5】本発明の第2の実施形態における加速度センサの要部の構成を示す斜視図である。

【図6】本発明の第3の実施形態における加速度センサの要部の構成を示す斜視図である。

【図7】同実施形態のセンサにおける検出用磁石と設定用磁石の間隔による感度変化を示すグラフ図である。

【図8】本発明の第4の実施形態における加速度センサの要部の構成を示す斜視図である。

【図9】(a)、(b)は、それぞれ同実施形態のセンサにおいて検出用磁石の変位に対する空気抵抗を低減するための異なる手段を示す断面図である。

【図10】本発明の第5の実施形態における加速度センサの要部の構成を示す斜視図である。

【図11】同実施形態のセンサにおいて検出用磁石を振動させて自己診断と加速度検知を並行して行なう方法を説明する波形図である。

【図12】本発明の第6の実施形態における加速度センサの要部の構成を示す斜視図である。

【図13】(a)、(b)はそれぞれ従来の加速度センサにおける検出用磁石と磁界検出素子の異なる配置例を示す説明図である。

【図14】本発明の第7の実施形態における加速度検知装置の回路構成を示すブロック回路図である。

【図15】同実施形態で磁気インピーダンス素子を2つとし、直流バイアス磁界を用いた場合の回路構成を示すブロック回路図である。

【図16】本発明の第8の実施形態における加速度検知装置の回路構成を示すブロック回路図である。

【図17】本発明の第9の実施形態における加速度検知装置の回路構成を示すブロック回路図である。

【図18】本発明の第10の実施形態における加速度検知装置の回路構成を示すブロック回路図である。

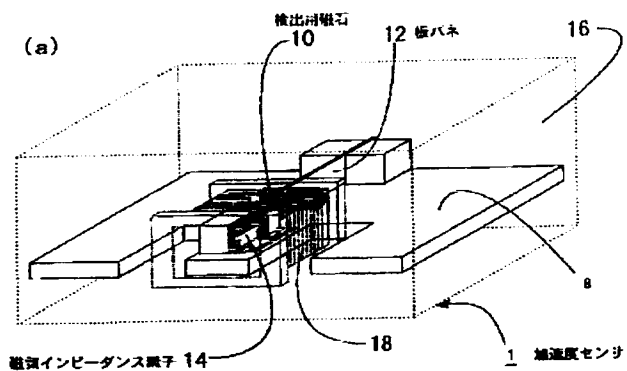
【図19】本発明の第11の実施形態における加速度検知装置の回路構成を示すブロック回路図である。

【符号の説明】

- 1 磁気式加速度センサ
- 8 回路基板
- 10 加速度検出用磁石
- 12 板バネ
- 14, 14a, 14b 磁気インピーダンス素子
- 16 磁気シールド部材
- 18 バイアス磁界印加用コイル
- 20a, 20b 力定数設定用磁石
- 22a, 22b 自己診断用コイル
- 24 筒
- 26 ACバイアス印加回路
- 28 高周波共振回路
- 30 ΔH検出回路
- 32 検波回路
- 34 プラスピークホールド回路
- 36 マイナスピークホールド回路
- 38 差動増幅回路
- 46 コイル駆動回路
- 48 自己診断回路
- 50 負帰還回路
- 52 力定数調整信号生成回路
- 54 力定数判定回路
- 56 パルス生成回路
- 58, 60 ローパスフィルター

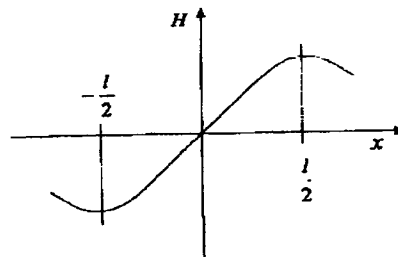
【図1】

(図 1)



【図2】

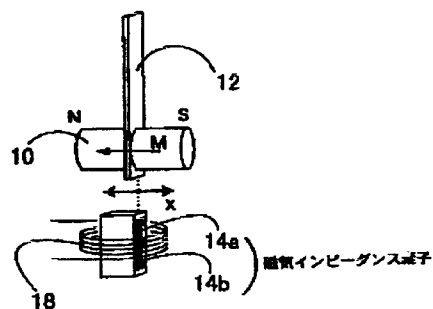
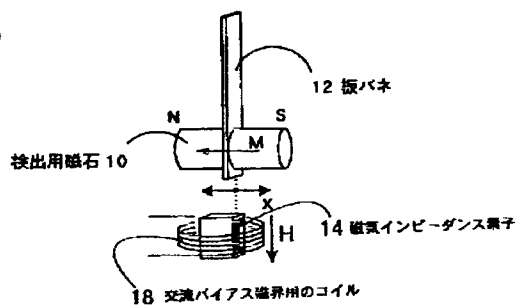
(図 2)



【図5】

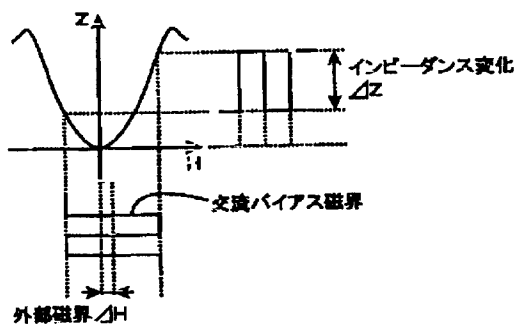
(図 5)

(b)



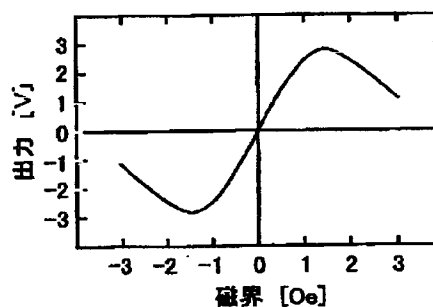
【図3】

(図 3)



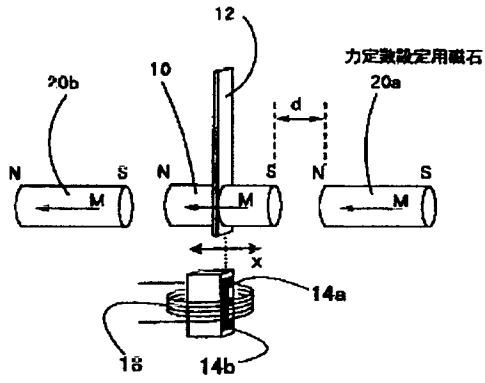
【図4】

(図 4)



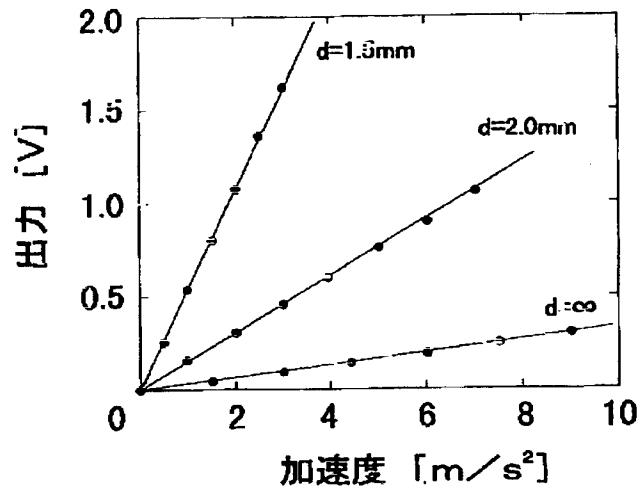
【図6】

(図 6)



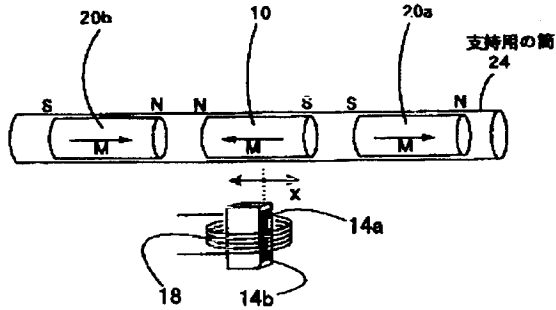
【図7】

(図 7)



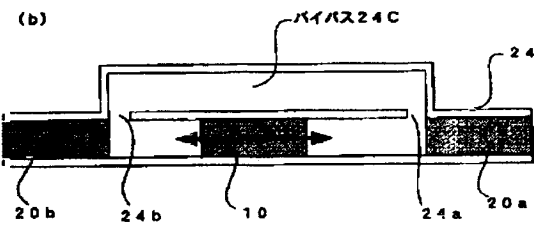
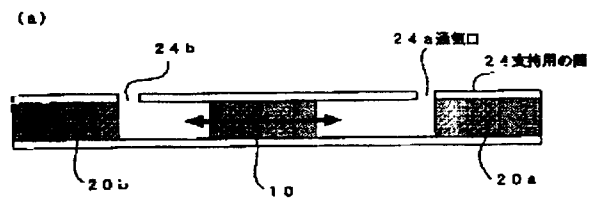
【図8】

(図 8)



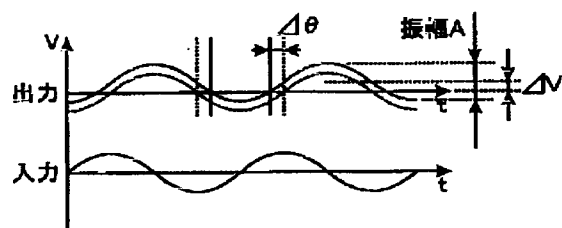
【図9】

(図 9)

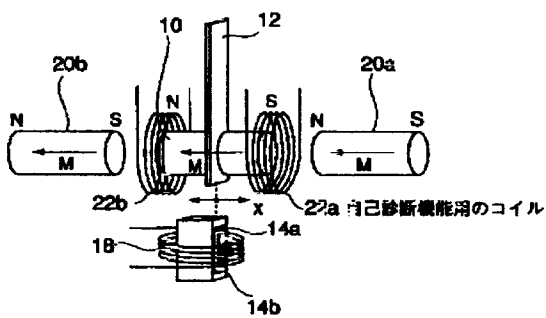


【図11】

(図 11)

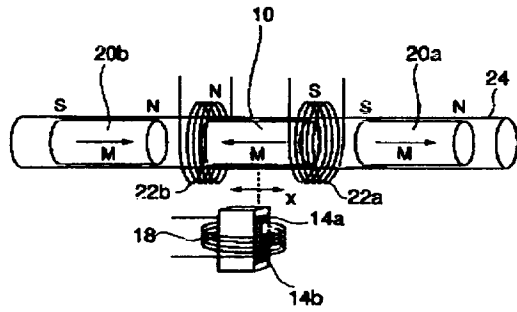


【図10】



(図 10)

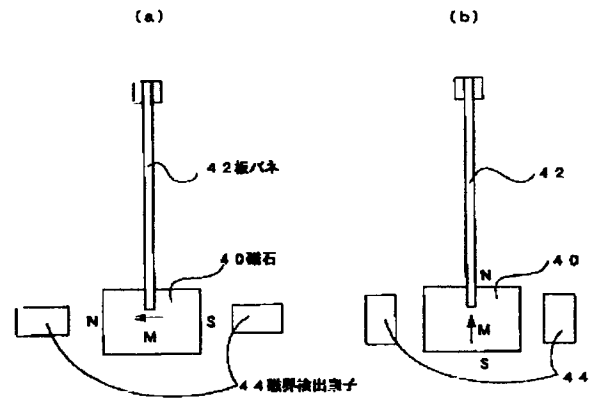
【図12】



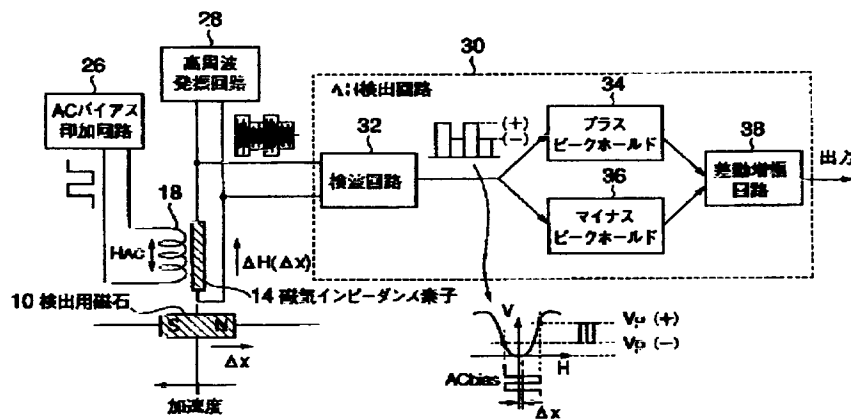
(図 12)

【図13】

(図 13)



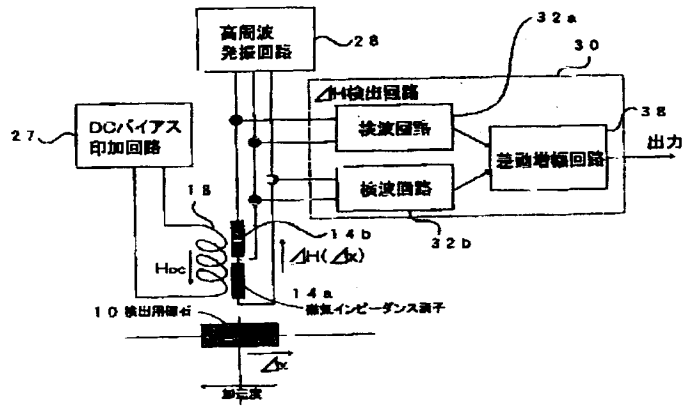
【図14】



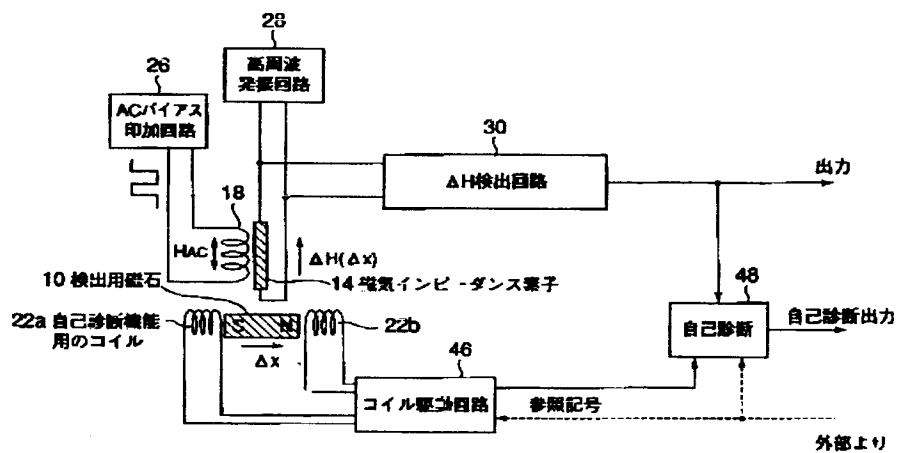
(図 14)

【図15】

(図15)



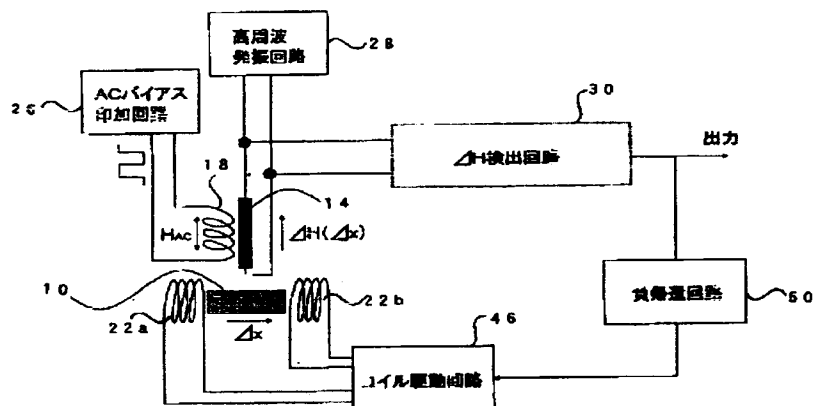
【図16】



(図16)

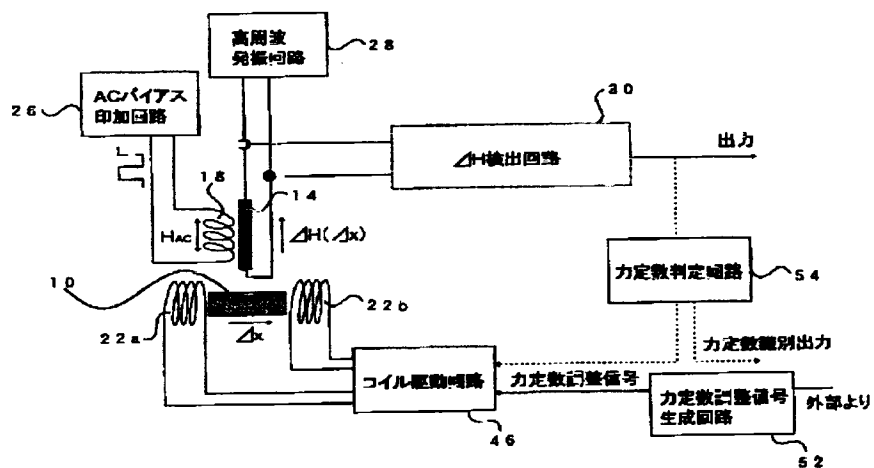
【図17】

(図 17)



【図18】

(図 18)



【図19】

(図19)

